

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Best Available Copy

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Aktenzeichen:	100 50 083.8
Anmeldetag:	10. Oktober 2000
Anmelder/Inhaber:	Sick AG, Waldkirch/DE
Bezeichnung:	Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung von Objekten
IPC:	G 06 K, H 04 N, G 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Oktober 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

Agurks

Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung von Objekten

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung eines sich im Überwachungsbereich einer Kamera bewegendes Objekt.

10

Bei derartigen Verfahren bzw. Vorrichtungen wird üblicherweise ein Referenzbild mit objektfreiem Überwachungsbereich aufgenommen und gespeichert. Während der tatsächlich erfolgenden Überwachung werden dann kontinuierlich Bilder des Überwachungsbereichs aufgenommen und mit dem gespeicherten Referenzbild verglichen. Wenn sich hier Abwei-

15

chungen ergeben, wird vom Vorhandensein eines Objektes ausgegangen und eine entsprechende Reaktion, beispielsweise ein Abschalten einer Maschine, ausgelöst. Der Vergleich der aufgenommenen Bilder mit dem gespeicherten Referenzbild erfolgt dabei beispielsweise derart, daß die Helligkeit einander bezüglich ihrer räumlichen Position entsprechender Pixel

20

von Referenzbild und aktuell aufgenommenem Bild miteinander verglichen werden und dann eine Reaktion ausgelöst wird, wenn die ermittelte Helligkeit einer bestimmten Anzahl von Pixeln des aktuell aufgenommenen Bildes nicht mit den entsprechenden Helligkeiten der Pixel des Referenzbildes übereinstimmen.

25

Problematisch beim Einsatz bekannter Vorrichtungen und bekannter Verfahren der genannten Art ist die Tatsache, daß sich die Kamera und/oder Teile des Überwachungsbereichs beispielsweise infolge von zulässigen Erschütterungen oder Schwingungen bewegen können, was dann

zu Veränderungen in den aufgenommenen Bildern und bei objektfreiem Überwachungsbereich zu einer ungewollten Auslösung von Reaktionen führen kann. Konkret ist es beispielsweise möglich, daß mit der Kamera ein Gefahrenbereich einer Maschine überwacht wird und ein Abschalten der Maschine immer dann erfolgen soll, wenn sich eine Person in den Überwachungsbereich hineinbewegt. Eine solche Person bewirkt natürlich Helligkeitsunterschiede in den während der Überwachung aufgenommenen Bildern gegenüber einem objektfreien Referenzbild, so daß beim Eindringen von Personen in den Überwachungsbereich in gewünschter Weise ein Anhalten der Maschine erfolgen kann. Wenn nun aber beispielsweise ein Fahrzeug an der überwachten Maschine vorbeifährt und Erschütterungen erzeugt, die entweder die Kamera oder die Maschine geringfügig bewegen, wird auch in diesem Fall aufgrund der Unterschiede zwischen den aufgenommenen Bildern und dem Referenzbild ein - unerwünschtes - Anhalten der Maschine erfolgen, obwohl sich keine Person im Überwachungsbereich befindet.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß einerseits ein unbeabsichtigtes Auslösen von Reaktionen verhindert und andererseits gleichzeitig sichergestellt wird, daß beim Eindringen von Objekten oder Personen in den Überwachungsbereich das verlässliche Auslösen einer Reaktion gewährleistet ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird diese Aufgabe gelöst, indem

- von der Kamera ein aktuelles Bild des Überwachungsbereiches aufgenommen wird,

- aus dem aktuell aufgenommenen Bild mindestens eine aktuelle Meßgröße abgeleitet wird, die Aufschluß über Unterschiede zwischen zumindest zwei verschiedenen Bildbereichen liefert, und die gegenüber Bildverschiebungen, Bilddrehungen und/oder Bildgrößenänderungen invariant ist,

- diese aktuelle Meßgröße mit einer entsprechenden, aus einem von der Kamera aufgenommenen Referenzbild abgeleiteten und gespeicherten Referenzgröße verglichen wird, und

- bei einer vorgegebenen Abweichung der aktuellen Meßgröße von der Referenzgröße eine Objekterkennungsreaktion ausgelöst wird.

Nach der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird diese Aufgabe gelöst, durch

- eine Kamera zur Aufnahme eines Bildes des Überwachungsbereiches,

- eine Einrichtung zur Ableitung zumindest einer aktuellen Meßgröße aus dem aktuell aufgenommenen Bild, wobei die Meßgröße Aufschluß über Unterschiede zwischen zumindest zwei verschiedenen Bildbereichen liefert, und gegenüber Bildverschiebungen, Bilddrehungen und/oder Bildgrößenänderungen invariant ist,

- eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich dieser aktuellen Meßgröße mit einer entsprechenden, aus einem von der Kamera aufgenommenen Referenzbild abgeleiteten und gespeicherten Referenzgröße, und

- eine Objekterkennungsstufe zur Auslösung einer Objekterkennungsreaktion bei Feststellung einer vorgegebenen Abweichung der aktuellen Meßgröße von der Referenzgröße.

Erfindungsgemäß wird also nicht wie beim Stand der Technik jedes Pixel eines aufgenommenen Bildes mit dem entsprechenden Pixel des Referenz-

bildes verglichen, sondern es werden sowohl aus dem Referenzbild als auch aus den aktuell aufgenommenen Bildern Referenz- bzw. Meßgrößen ermittelt, die lediglich Aufschluß über Unterschiede zwischen verschiedenen Bereichen der jeweiligen Bilder liefern. Bezogen auf ein Referenzbild oder ein aktuell aufgenommenes Bild werden also jeweils nur Relativin-
 5 formationen untersucht und nicht wie beim Stand der Technik absolute Informationen, wie z.B. die Helligkeit eines bestimmten Pixels. Diese erfindungsgemäß ermittelten Relativinformationen eines aktuell aufgenommenen Bildes werden dann mit den entsprechenden Relativinformationen des Referenzbildes verglichen. Nur wenn hier ausreichend große Unterschiede
 10 festgestellt werden, wird eine Reaktion ausgelöst. Die genannten Relativinformationen weisen gegenüber Absolutinformationen den Vorteil auf, daß sie gegenüber Bildverschiebungen, Bilddrehungen und/oder Bildgrößenänderungen invariant sein können, so daß z.B. Erschütterungen der
 15 Kamera oder des Überwachungsbereichs nicht zu einer Veränderung der Relativinformation bzw. der ermittelten Meßgröße führen.

Bevorzugt wird dem Referenzbild sowie dem aktuell aufgenommenen Bild eine Struktur überlagert, die Bestandteil des Bildes ist. Die Referenz- und
 20 Meßgrößen werden dann aus der entsprechenden Strukturinformation gewonnen.

Beispielsweise kann der objektfreie Überwachungsbereich mit einer Gitterstruktur versehen werden, die dann als Strukturinformation erkannt wird, woraufhin beispielsweise die Abstände verschiedener Gitterlinien zu-
 25 einander als erfindungsgemäße Referenz- bzw. Meßgrößen ermittelt werden. Derartige, hier lediglich beispielhaft angeführte Meß- bzw. Referenzgrößen sind erfindungsgemäß gegenüber Bildverschiebungen und Bilddrehungen invariant, was zur Folge hat, daß sich diese Meßgrößen nicht

verändern, wenn die Überwachungskamera beispielsweise in Schwingung versetzt wird. Da sich die Meßgrößen gegenüber den Referenzgrößen in einem solchen Fall, in dem lediglich die Kamera in Schwingung versetzt wurde und sich kein Objekt im Überwachungsbereich befindet, also nicht
5 verändern, wird dementsprechend in erwünschter Weise auch keine Reaktion ausgelöst.

Wenn sich jedoch ein Objekt in den Überwachungsbereich hineinbewegt, wird dieses Objekt entweder eine fest im Überwachungsbereich angebrachte Gitterstruktur überdecken oder die Gitterlinien einer in den
10 Überwachungsbereich hineinprojizierten Gitterstruktur werden sich unterschiedlich stark verschieben. Dies führt dann jeweils zu einer Veränderung der ermittelten Meßgrößen und dementsprechend auch zu einer erwünschten Auslösung einer Reaktion, beispielsweise einem Abschalten einer Maschine.

15 Wie bereits erwähnt, kann die Struktur im Überwachungsbereich während der Aufnahme des Referenzbildes und der aktuellen Bilder des Überwachungsbereichs mittels einer Projektionseinrichtung, ebenso jedoch auch mittels eines bewegten Lichtstrahls, beispielsweise eines Laserstrahls, erzeugt werden. Dies hat den Vorteil, daß der Überwachungsbereich in kei-
20 ner Weise manipuliert werden muß, beispielsweise durch Aufkleben einer Strukturfolie.

Von Vorteil ist weiterhin, wenn gleichzeitig oder zeitlich nacheinander
25 voneinander verschiedene Strukturen im Überwachungsbereich erzeugt werden, da dann das erfindungsgemäße Verfahren bezogen auf jede einzelne Struktur durchgeführt werden kann, was das Risiko für fehlerhafte Reaktionsauslösungen oder fehlerhaft unterbleibende Reaktionsauslösungen

gen verringert. Für die Erzeugung der verschiedenen Strukturen können dabei verschiedene Projektionseinrichtungen bzw. verschiedene Einrichtungen zur Erzeugung des bewegten Lichtstrahls verwendet werden; ebenso ist es jedoch auch möglich, verschiedene Strukturen mittels einer einzigen Einrichtung zu erzeugen.

Bevorzugt wird erfindungsgemäß eine Reaktion nur dann ausgelöst, wenn der Vergleich der aktuellen Meßgröße mit der Referenzgröße einen Vergleichswert liefert, der außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. Dies verringert zusätzlich das Risiko für Fehlauslösungen, da innerhalb des Toleranzbereichs liegende Unterschiede zwischen Meßgröße und Referenzgröße keine Reaktionsauslösungen bewirken.

Von Vorteil ist es, wenn die Bild- oder Strukturinformation u.a. auf Referenzpunkte bezogene Informationen umfaßt, wobei die Referenzpunkte insbesondere die Grenzen des Überwachungsbereichs markieren. Diese Referenzpunkte erleichtern das Auffinden der Strukturinformation und verringern die Komplexität der erforderlichen Bilderkennungsalgorithmen. Für die Markierung der Referenzpunkte können Reflektoren verwendet werden, die relativ zum Überwachungsbereich an unveränderlichen Positionen angeordnet werden und beispielsweise den Rand des Überwachungsbereichs markieren.

Besonders bevorzugt ist es, wenn aus der aktuellen Bild- oder Strukturinformation eine Vielzahl von aktuellen Meßgrößen gleichen oder unterschiedlichen Typs abgeleitet und mit entsprechenden, aus der Bild- oder Strukturinformation des Referenzbildes abgeleiteten und gespeicherten Referenzgrößen verglichen wird. Durch die Verwendung von mehreren

Meßgrößen kann das Risiko für fehlerhafte Reaktionen oder fehlerhaft unterbleibende Reaktionen zusätzlich verringert werden.

Die Meß- und bzw. Referenzgrößen können bevorzugt eine oder mehrere
5 der nachfolgend genannten Informationen beinhalten:

- Abstand zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbereichen
oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Strukturbe-
reich
- 10 - Helligkeitsunterschied zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Struk-
turbereichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder
Strukturbereich
- Farbunterschied zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturberei-
chen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Struk-
15 turbereich
- Helligkeitsgradient zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbe-
reichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder
Strukturbereich.

20 Allen vorstehend genannten Informationen ist gemeinsam, daß sie ledig-
lich Relativinformationen und keine Absolutinformationen darstellen.

Von Vorteil ist es, wenn alternativ oder zusätzlich eine Korrelationsfunk-
tion zwischen zumindest einem Bereich der aktuellen Bild- oder Struktur-
25 information und einem entsprechenden Bereich der Bild- oder Struktur-
information des Referenzbildes berechnet wird und der Verlauf dieser Kor-
relationsfunktion und/oder bestimmte Werte dieser Korrelationsfunktion
zur Entscheidung bezüglich des Auslösens einer Objekterkennungsreak-

tion herangezogen werden. Diese Variante macht sich den Vorteil zunutze, daß auch eine Korrelationsfunktion letztlich nur eine Relativinformation darstellt, die beispielsweise durch Verschiebungen oder Verdrehungen von Bildbereichen nicht beeinflußt wird.

5

Bevorzugt wird der Überwachungsbereich während der Aufnahme des Referenzbildes und der aktuellen Bilder des Überwachungsbereichs mittels zumindest einer Beleuchtungsquelle ausgeleuchtet. Dies ermöglicht die Erfassung von problemlos weiter verarbeitbaren Bildern durch die Kamera.

10

Die Funktionsfähigkeit der verwendeten Kamera kann geprüft werden, indem regelmäßig Bilder mit und ohne im Überwachungsbereich erzeugter Struktur aufgenommen werden und anschließend überprüft wird, ob die Strukturinformation bei erzeugter Struktur ermittelt und bei nicht erzeugter Struktur nicht ermittelt wird. Dabei können bevorzugt für die Überprüfung der Kamera voneinander unterschiedliche Strukturen verwendet werden, die gleichzeitig oder zeitlich nacheinander im Überwachungsbereich erzeugt werden. Die genannten Überprüfung der Kamera müssen bei dieser Alternative zu einem Zeitpunkt vorgenommen werden, zu dem keine Überwachungsfunktion stattfindet bzw. die Überwachungsfunktion kurzzeitig unterbrochen werden kann.

15

20

Alternativ ist es möglich, sowohl bei der Aufnahme von Referenzbildern als auch bei der Aufnahme von aktuellen Bildern pro Aufnahme immer ein Bild bei erzeugter und ein Bild bei nicht erzeugter Struktur aufzunehmen und anschließend nur das Differenzbild aus diesen beiden Bildern weiter zu verarbeiten. Es wird in diesem Fall immer dann eine "Objekterken-

25

nungsreaktion" ausgelöst, wenn sich eine Abweichung zwischen dem Referenzdifferenzbild und einem aktuell aufgenommenen Differenzbild ergibt. Diese Abweichung ist dann entweder durch ein im Überwachungsbereich vorhandenes Objekt oder durch eine Fehlfunktion der Kamera begründet, so daß beispielsweise ein Abschalten einer Maschine in den beiden Ge-
 5 fahrfällen eines Objektes im Überwachungsbereich oder einer Fehlfunktion der Kamera sichergestellt werden kann.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Un-
 10 teransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen beschrieben; in diesen zeigen:

Fig. 1 ein Flußdiagramm der Abläufe des erfindungsgemäßen Ver-
 15 fahrens zur Erfassung eines sich im Überwachungsbereich einer Kamera bewegendes Objektes,

Fig. 2 ein Flußdiagramm der Abläufe bei der Bestimmung der erfin-
 20 dungsgemäß zum Einsatz gelangenden Referenzgröße,

Fig. 3 die schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vor-
 richtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfah-
 rens, und

25 Fig. 4a - c verschiedene Verläufe von Strukturinformationen, die aus aktuell aufgenommenen Bildern gewonnen werden und aus denen erfindungsgemäße Meßgrößen ableitbar sind.

In Fig. 1 ist ein Flußdiagramm gezeigt, das die einzelnen Verfahrensschritte veranschaulicht, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Erfassung eines sich im Überwachungsbereich einer Kamera bewegendes Objektes ausgeführt werden.

5

Mit 1 ist der Ausgangs- bzw. Startpunkt des Verfahrens bezeichnet.

Zu Beginn wird in Schritt 2 eine Initialisierung des Gesamtsystems vorgenommen, was das Zurücksetzen von Variablen auf ihre Ausgangswerte, das Leeren von Speichern in einer Auswerteeinheit sowie die Überführen der Kamera in Aufnahmebereitschaft usw. umfaßt. Dies wird an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt, da derartige Initialisierungsvorgänge Stand der Technik und für den Fachmann selbstverständlich sind.

10

Bei Schritt 3 wird mittels einer Kamera ein aktuelles Bild eines Überwachungsbereichs aufgenommen, was gleichbedeutend damit ist, daß von einem beliebigen Bildsensor ein virtuelles, aus Pixeln bestehendes Bild des überwachten Bereiches erzeugt wird, das in einem Bildspeicher elektronisch abgelegt wird. Die Pixel können im einfachsten Fall binär dargestellt werden, d.h., schwarz oder weiß sein, unterschiedliche Graustufen besitzen oder Farben mit unterschiedlicher Farbabstufungen aufweisen.

20

Eine Strukturerkennung wird von einer Erkennungseinrichtung der Auswerteeinheit bei Schritt 4 vorgenommen. Die Erkennungseinrichtung benutzt zu diesem Zweck einen Algorithmus, der in der Lage ist, aus dem in einem Bildspeicher abgelegten Bild Strukturen, wie beispielsweise Linien-, Gitter- oder Flächenbereiche, zu erkennen, d.h. einen mathematischen

25

Zusammenhang zwischen Pixeln, die ein Objekt oder einen Teil eines Objektes darstellen, herzustellen.

5 Aus einer solchen Struktur kann eine Ableitungseinrichtung der Auswerteeinheit bei Schritt 5 eine Meßgröße ableiten, die sich beispielsweise bei einer vorgegebenen, zulässigen Verschiebung oder Drehung der Struktur nicht verändert.


10 Eine solche Meßgröße kann bei einer eine Gitterstruktur beinhaltenden Strukturinformation, der Abstand benachbarter Gitterlinien, der Winkel unter dem sich Gitterlinien schneiden, die von bestimmten Gitterlinien eingeschlossene Fläche, etc.

Wenn die Strukturinformation z.B. eine Fläche oder ein Flächensegment umfaßt, kann die Meßgröße beispielsweise gleich dem Flächenintegral sein.


15

Bei Schritt 6 wird dann von einem Komparator die ermittelte Meßgröße mit einer aus einer entsprechenden Struktur eines Referenzbildes berechneten Referenzgröße verglichen, die ebenso ermittelt wird, wie die aktuellen Meßgrößen und aus einem Bild eines objektfreien Überwachungsbereich abgeleitet ist. Wenn der Vergleich der Meßgröße mit der Referenzgröße ergibt, daß die Meßgröße ein definiertes Maß, d. h. einen Schwellenwert, überschreitet, wird zu Schritt 7 verzweigt, bei dem eine Reaktionsauslöseeinrichtung der Auswerteeinheit eine vordefinierte Reaktion auslöst, wie beispielsweise das Ausgeben eines Alarmsignals oder das Abschalten einer Maschine. Überschreitet das Vergleichsergebnis den
25 Schwellenwert nicht, springt die Routine zu Schritt 3 zurück, und es wird ein neues Bild des Überwachungsbereichs aufgenommen. Anschließend läuft das beschriebene Verfahren von vorne ab.

Fig. 2 veranschaulicht die Abläufe bei der Bestimmung der erfindungsge-
 mäß zum Einsatz gelangenden Referenzgröße. Es wird nach dem Start bei
 8 zunächst bei Schritt 9 mittels der Kamera ein Referenzbild des Überwa-
 5 chungsbereiches aufgenommen, ohne daß sich ein nicht zur erlaubten
 bzw. zulässigen Szene gehörendes Objekt im Überwachungsbereich befin-
 det.

 Im Anschluß daran wird, wie bei Fig. 1 für Schritt 3 beschrieben, bei
 10 Schritt 10 eine Struktur in dem von der Kamera gelieferten und im
 Bildspeicher hinterlegten Bild erkannt.

Die Auswerteeinheit leitet bei Schritt 11 aus der erkannten Struktur eine
 bezüglich vorherbestimmter, in Verbindung mit Schritt 4 (Fig. 1) erläut-
 15 ter Bildänderungen invariante Größe ab und legt diese als Referenzgröße
 fest.

 Weiter wird bei Schritt 12 ein Schwellenwert festgelegt, der eine maximal
 20 zulässige Maßabweichung zwischen einer zu einem späteren Zeitpunkt
 ermittelten aktuellen Meßgröße und der Referenzgröße darstellt, ohne daß
 von der Auswerteeinheit eine Reaktion auszulösen ist.

Das Verfahren gemäß Fig. 2 wird üblicherweise im Rahmen des Schrittes
 2 gemäß Fig. 1 ablaufen.

25 Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung einer Kamera 13, sowie eine Be-
 leuchtungs- und Projektionseinrichtung 14, die beide in einem gemeinsa-
 men Gehäuse angeordnet sind und deren Objektive auf einen Überwa-

chungsbereich 15 ausgerichtet sind. Die Sichtfelder der Objektive der Kamera 13 und der Beleuchtungs- und Projektionseinrichtung 14 überlappen einander derart, daß von beiden Einrichtungen zumindest im wesentlichen der gleiche Abschnitt des Überwachungsbereichs 15 erfaßt wird.

- 5 Der Überwachungsbereich 15 kann beispielsweise die Begrenzung eines Gefahrenbereichs vor einer Maschine darstellen.

Die Beleuchtungs- und Projektionseinrichtung 14 projiziert eine Struktur von auf hellem Hintergrund befindlichen dunklen Elementen 16 auf den Überwachungsbereich 15. Die Kamera 13 erfaßt ein Bild des Überwachungsbereichs 15 mit darauf projizierter Struktur und liefert eine entsprechende Bildinformation an eine nicht dargestellte Auswerteeinheit.

Diese Auswerteeinheit ermittelt aus dieser Bildinformation dann eine der projizierten Struktur entsprechende Strukturinformation, woraufhin aus dieser Strukturinformation beispielsweise die in Fig. 3 dargestellten Meßgrößen x und y ermittelt werden können. Die Meßgrößen x und y stellen beide Relativinformationen dar, die sich jeweils nicht auf die absolute Helligkeit von Pixeln des aufgenommenen Bildes beziehen, sondern ausschließlich Informationen repräsentieren, die Unterschiede zwischen verschiedenen Bildbereichen betreffen.

So repräsentiert beispielsweise die Meßgröße x den gegenseitigen Abstand zweier dunkler Strukturbereiche.

Die Meßgröße y repräsentiert die Breite eines dunklen Strukturbereichs.

Die beiden Meßgrößen x und y sind hier lediglich beispielhaft erwähnt, es lassen sich aus der Strukturinformation gemäß Fig. 3 beliebige weitere

25 Meßgrößen, wie beispielsweise Farbunterschiede, Abstände zu Referenzpunkten, Helligkeitsunterschiede, etc. ableiten.

Die Fig. 4a bis c zeigen über dem Ort x aufgetragene, eindimensionale Helligkeitsverläufe einer beispielhaft ausgewählten Dimension eines Referenzbildes sowie aktuell aufgenommener Bilder mit daraus abgeleiteten Meßgrößen. Im Rahmen der Erfindung sind jedoch ebenso Meßgrößen aus

5 2- oder 3-dimensionalen Bildinformationen ableitbar.

In Fig. 4a ist dabei der Helligkeitsverlauf entlang einer Linie eines Referenzbildes gezeigt. Das Referenzbild wird bei objektfreiem Überwachungsbereich aufgenommen und zeigt eine Struktur mit fünf, in unterschiedlichen Abständen zueinander befindlichen hellen Bereichen, die jeweils durch dunkle Bereiche voneinander abgegrenzt sind. Die aus dem Referenzbild ermittelten Referenzgrößen a_1 bis a_4 betreffen die gegenseitigen Abstände von benachbarten hellen Strukturbereichen, wohingegen die Referenzgrößen b_1 bis b_3 die Abstände von einander benachbarten dunklen Strukturbereichen repräsentieren.

Die Referenzgrößen a_1 bis a_4 und b_1 bis b_3 werden von einer Auswerteeinheit gespeichert, um nachfolgend beim Überwachungsbetrieb mit aktuell ermittelten Meßgrößen verglichen werden zu können.

Fig. 4b zeigt den Helligkeitsverlauf entlang einer Linie eines während des Überwachungsbetriebs aktuell aufgenommenen Bildes, wobei während der Aufnahme dieses aktuellen Bildes eine - zulässige - Verschiebung zwischen Kamera 13 und Überwachungsbereich 15 (siehe Fig. 3) stattgefunden hat. Diese Verschiebung führt dazu, daß das gesamte aufgenommene Bild ebenfalls verschoben aufgenommen wurde, was dementsprechend zu einer Verschiebung des gesamten Helligkeitsverlaufs gemäß Fig. 4b gegenüber Fig. 4a führt. Dabei werden jedoch alle hellen und dunklen Berei-

che in gleicher Weise verschoben, so daß die gemäß Fig. 4b ermittelten
 aktuellen Meßgrößen $a'_1 - a'_4$ und b'_1 bis b'_3 jeweils gegenüber den gemäß
 Fig. 4a ermittelten Referenzgrößen a_1 bis a_4 und b_1 bis b_3 unverändert
 bleiben. Da somit keine Abweichung zwischen Meß- und Referenzgrößen
 5 feststellbar ist, wird auch keine Reaktion ausgelöst.

Wenn nun jedoch ein unzulässiges Objekt in den Überwachungsbereich
 hineinbewegt wird, ist es beispielsweise möglich, daß sich der Projektions-
 ort eines hellen Bereiches verschiebt, was in Fig. 4b beispielhaft gestri-
 10 chelt dargestellt ist. Diese Verschiebung führt dann zu einer Veränderung
 der Meßgrößen a'_2 , a'_3 , b'_1 und b'_3 . Diese aktuellen Meßgrößen entspre-
 chen dann nicht mehr den ihnen zugeordneten Referenzgrößen, so daß in
 erwünschter Weise eine Reaktion ausgelöst wird.

15 Die Fig. 4a und 4b zeigen somit, daß eine Verschiebung zwischen Kamera
 und Überwachungsbereich insgesamt nicht zu einer Reaktionsauslösung
 führt, sondern nur dann eine Reaktion ausgelöst wird, wenn sich tatsäch-
 lich ein unzulässiges Objekt im Überwachungsbereich befindet. Entspre-
 chendes gilt auch dann, wenn dem aktuell aufgenommenen Bild ein va-
 20 riabler Störlichtpegel überlagert wird, wie dies beispielhaft in Fig. 4c dar-
 gestellt ist.

Aus Fig. 4c geht hervor, daß sich die Abstände und Breiten der hellen und
 dunklen Strukturbereiche gegenüber Fig. 4b nicht verändern, wenn dem
 25 aktuell aufgenommenen Bild ein variables Störsignal überlagert wird.
 Auch das in Fig. 4c dargestellte Summensignal aus Nutz- und Störsignal
 läßt es ohne weiteres zu, die Abstände zwischen den hellen Bereichen so-
 wie zwischen den dunklen Bereichen zu ermitteln und dementsprechend

die Meßgrößen zu berechnen. Diese Meßgrößen a''_1 bis a''_4 und b''_1 bis b''_3 sind identisch zu den Meßgrößen gemäß Fig. 4b, so daß auch bei dem in Fig. 4c dargestellten Verlauf keine Reaktion ausgelöst wird.

Wenn jedoch infolge eines in den Überwachungsbereich eindringenden

- 5 Objektes eine Verschiebung des mittleren Helligkeitsbereichs auftritt, die in Fig. 4c wiederum gestrichelt dargestellt ist, verändern sich die Meßgrößen ebenso, wie dies in Verbindung mit Fig. 4b beschrieben wurde. Dementsprechend wird dann auch eine Reaktion ausgelöst.

- 10 Die Verwendung der Abstände zwischen hellen Bereichen und dunklen Bereichen ist in Fig. 4 wiederum nur beispielhaft dargestellt, es lassen sich ebenso beliebige andere Meßgrößen aus Relativinformationen zwischen verschiedenen Bildbereichen ableiten, so daß auch mit diesen anderen Meßgrößen die erfindungsgemäßen Vorteile erreicht werden können.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Erfassung eines sich im Überwachungsbereich (15)
einer Kamera (13) bewegenden Objektes, wobei
- von der Kamera (13) ein aktuelles Bild des Überwachungsbereiches aufgenommen wird,
 - aus dem aktuell aufgenommenen Bild mindestens eine aktuelle Meßgröße abgeleitet wird, die Aufschluß über Unterschiede zwischen zumindest zwei verschiedenen Bildbereichen liefert, und die gegenüber Bildverschiebungen, Bilddrehungen und/oder Bildgrößenänderungen invariant ist,
 - diese aktuelle Meßgröße mit einer entsprechenden, aus einem von
- 15 der Kamera (13) aufgenommenen Referenzbild abgeleiteten und gespeicherten Referenzgröße verglichen wird, und
- bei einer vorgegebenen Abweichung der aktuellen Meßgröße von der Referenzgröße eine Objekterkennungsreaktion ausgelöst wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem Referenzbild sowie dem aktuell aufgenommenen Bild eine Struktur überlagert wird, die Bestandteil des Bildes ist, und daß die
- 25 Referenz- und Meßgröße aus der entsprechenden Strukturinformation gewonnen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Struktur im Überwachungsbereich (15) während der Aufnahme des Referenzbildes und der aktuellen Bilder des Überwachungsbereichs mittels einer Projektionseinrichtung (14) und/oder
5 mittels eines bewegten Lichtstrahls erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß gleichzeitig oder zeitlich nacheinander voneinander verschiedene Strukturen im Überwachungsbereich (15) erzeugt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß für die Erzeugung der verschiedenen Strukturen unterschiedliche Projektionseinrichtungen (14) verwendet werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß als Referenzbild ein Bild eines objektfreien Überwachungsbereichs (15) verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß eine Reaktion ausgelöst wird, wenn der Vergleich der aktuellen Meßgröße mit der Referenzgröße einen Vergleichswert liefert, der außerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bild- oder Strukturinformation unter anderem auf Referenzpunkte bezogene Informationen umfaßt, wobei die Referenzpunkte insbesondere die Grenzen des Überwachungsbereichs (15) markieren.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß für die Markierung der Referenzpunkte Reflektoren verwendet werden, die relativ zum Überwachungsbereich (15) an unveränderlichen Positionen angeordnet werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus der aktuellen Bild- oder Strukturinformation eine Vielzahl von aktuellen Meßgrößen gleichen oder unterschiedlichen Typs abgeleitet und mit entsprechenden, aus der Bild- oder Strukturinformation des Referenzbildes abgeleiteten und gespeicherten Referenzgrößen verglichen wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Meß- bzw. Referenzgröße(n) eine oder mehrere der nachfolgenden Informationen beinhaltet:

- Abstand zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbereichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Strukturbereich

- Helligkeitsunterschied zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbereichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Strukturbereich
- Farbunterschied zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbereichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Strukturbereich
- Helligkeitsgradient zwischen zwei verschiedenen Bild- oder Strukturbereichen oder zwischen einem Referenzpunkt und einem Bild- oder Strukturbereich.

5

10

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrelationsfunktion zwischen zumindest einem Bereich der aktuellen Bild- oder Strukturinformation und einem entsprechenden Bereich der Bild- oder Strukturinformation des Referenzbildes berechnet wird und der Verlauf dieser Korrelationsfunktion und/oder bestimmte Werte dieser Korrelationsfunktion zur Entscheidung bezüglich des Auslösens einer Objekterkennungsreaktion herangezogen werden.

15

20

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Überwachungsbereich (15) während der Aufnahme des Referenzbildes und der aktuellen Bilder des Überwachungsbereichs (15) mittels zumindest einer Beleuchtungsquelle (14) ausgeleuchtet wird.

25

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Funktionsfähigkeit der Kamera (13) geprüft wird, indem re-
gelmäßig Bilder mit und ohne im Überwachungsbereich erzeugter
Struktur aufgenommen werden und überprüft wird, ob die Struktu-
rinformation bei erzeugter Struktur ermittelt und bei nicht erzeugter
Struktur nicht ermittelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß für die Überprüfung der Kamera (13) voneinander unterschied-
liche Strukturen verwendet werden, die gleichzeitig oder zeitlich
nacheinander im Überwachungsbereich (15) erzeugt werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß sowohl bei der Aufnahme von Referenzbildern als auch bei der
Aufnahme von aktuellen Bildern pro Aufnahme immer ein Bild bei
erzeugter und ein Bild bei nicht erzeugter Struktur aufgenommen
und anschließend nur das Differenzbild aus diesen beiden Bildern
weiterverarbeitet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
immer dann eine Objekterkennungs- oder Fehlfunktionsreaktion
ausgelöst wird, wenn sich eine Abweichung zwischen dem Referenz-
differenzbild und einem aktuell aufgenommenen Differenzbild ergibt.

18. Vorrichtung zur Erfassung eines sich in einem Überwachungsbereich (15) bewegendes Objekt mit:

- einer Kamera (13) zur Aufnahme eines Bildes des Überwachungsbereiches (15),
- einer Einrichtung zur Ableitung zumindest einer aktuellen Meßgröße aus dem aktuell aufgenommenen Bild, wobei die Meßgröße Aufschluß über Unterschiede zwischen zumindest zwei verschiedenen Bildbereichen liefert, und gegenüber Bildverschiebungen, Bilddrehungen und/oder Bildgrößenänderungen invariant ist,
- einer Vergleichseinrichtung zum Vergleich dieser aktuellen Meßgröße mit einer entsprechenden, aus einem von der Kamera (13) aufgenommenen Referenzbild abgeleiteten und gespeicherten Referenzgröße, und
- einer Objekterkennungsstufe zur Auslösung einer Objekterkennungsreaktion bei Feststellung einer vorgegebenen Abweichung der aktuellen Meßgröße von der Referenzgröße.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß im Überwachungsbereich (15) oder am Rand des Überwachungsbereichs (15) Referenzpunkte vorgesehen sind, die insbesondere die Grenzen des Überwachungsbereichs (15) markieren.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Referenzpunkte als Reflektoren ausgebildet sind, die relativ zum Überwachungsbereich (15) an unveränderlichen Positionen angeordnet sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung einer Struktur im Überwachungsbereich (15)
während der Aufnahme des Referenzbildes und der aktuellen Bilder
des Überwachungsbereichs (13) zumindest eine Projektionseinrich-
tung (14) und/oder zumindest eine Einrichtung zur Erzeugung ei-
nes bewegten Lichtstrahls vorgesehen ist.

10 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest eine Beleuchtungsquelle (14) zur Ausleuchtung des
Überwachungsbereichs (15) vorgesehen ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erfassung eines sich im Überwachungsbereich einer Kamera bewegenden Objektes, wobei Meßgrößen mit Referenzgrößen verglichen werden und eine Objekterkennungsreaktion dann ausgelöst wird, wenn die Meßgröße in vorbestimmter Weise von der Referenzgröße abweicht. Dabei werden sowohl Meß- als auch Referenzgrößen aus Unterschieden abgeleitet, die zwischen zumindest zwei verschiedenen Bildbereichen existieren.

S 7560

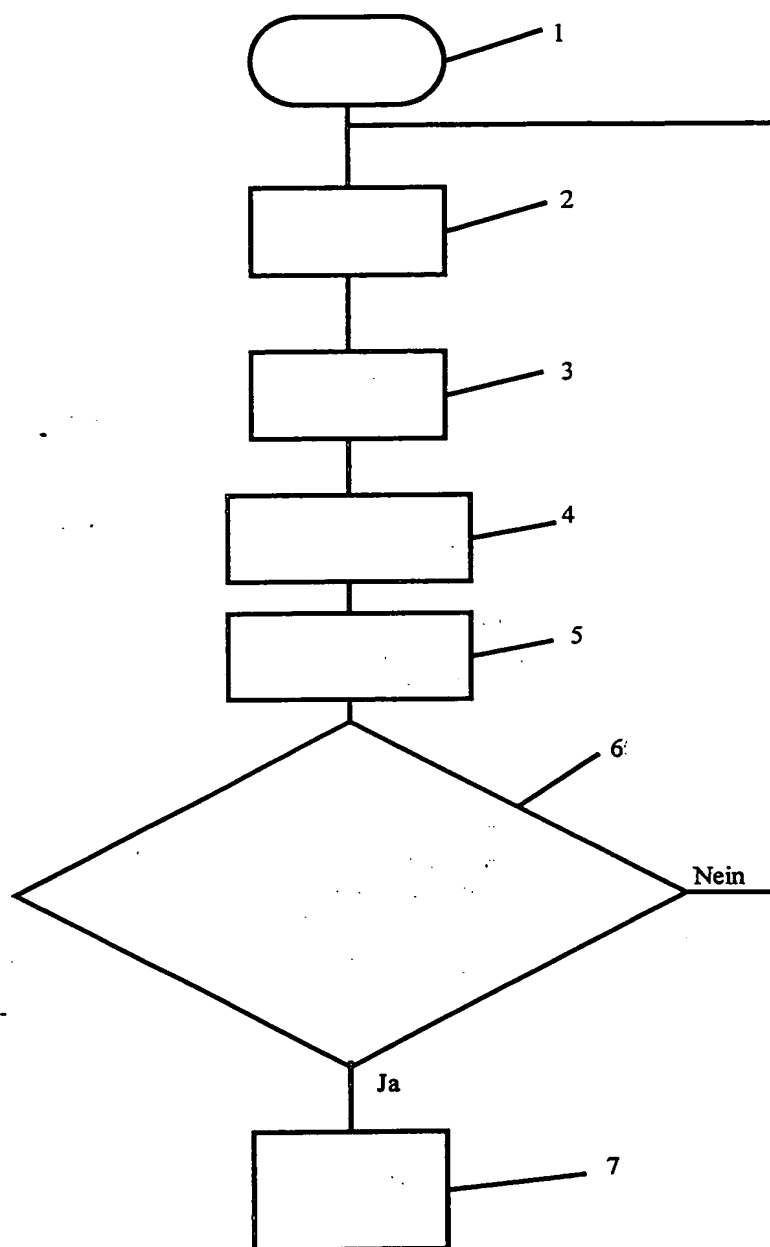


Fig. 1

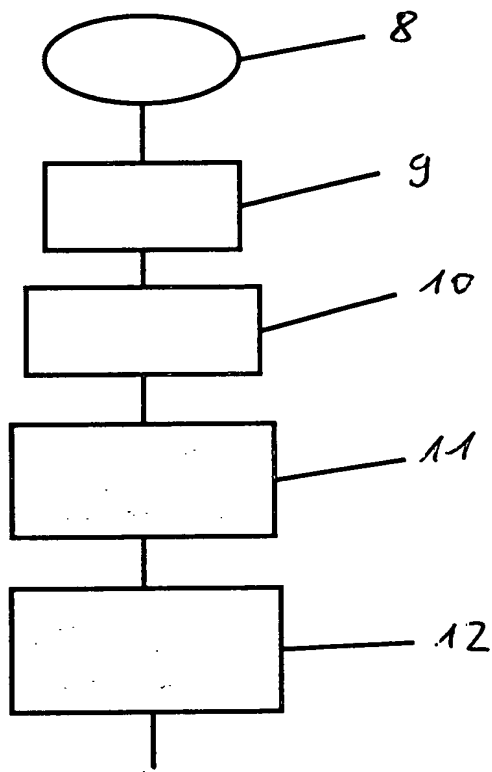


Fig. 2

Fig. 3

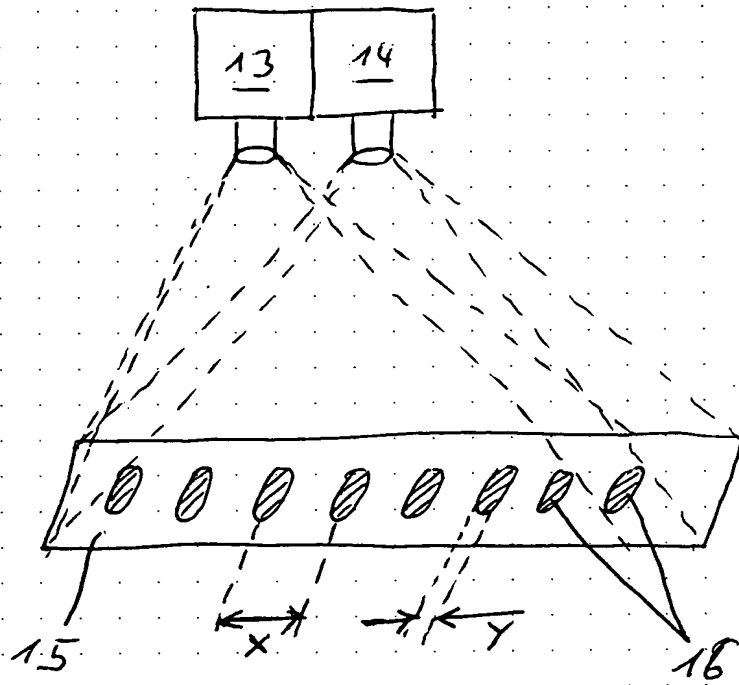


Fig. 4

